

DEVICE AND PROCESS FOR DETERMINING POSITION**Publication number:** WO9736192**Publication date:** 1997-10-02**Inventor:** BOKSBERGER HANS ULRICH (CH); GREUTER URS (CH); KIRSCH STEFAN (CH); SEILER PAUL GERHARD (CH); SCHILLING CHRISTIAN (DE)**Applicant:** SCHERRER INST PAUL (CH); BOKSBERGER HANS ULRICH (CH); GREUTER URS (CH); KIRSCH STEFAN (CH); SEILER PAUL GERHARD (CH); SCHILLING CHRISTIAN (DE)**Classification:**

- **international:** A61B5/06; A61B5/07; A61N5/10; G01V3/08; G01V3/10; G01V15/00; A61B5/06; A61B5/07; A61N5/10; G01V3/08; G01V3/10; G01V15/00; (IPC1-7): G01V15/00; G01V3/10

- **european:** A61B5/06; G01V3/08B; G01V3/10C; G01V15/00

Application number: WO1997CH00132 19970327**Priority number(s):** CH19960000797 19960327**Also published as:**

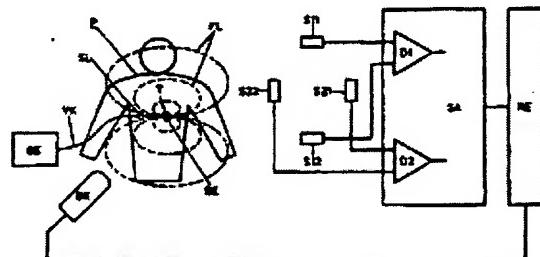
- WO9736192 (A1)
- EP0890117 (A1)
- EP0890117 (A1)
- US6385482 (B1)
- EP0890117 (A0)

[more >>](#)**Cited documents:**

- US4317078
- WO9404938
- EP0425319
- EP0091577
- EP0364045

[Report a data error here](#)**Abstract of WO9736192**

The invention relates to a device for determining the position of objects (T) inside a space (P), in particular for locating a tumour inside a human body. At least one emitter unit (SE) and at least one receiver unit (S11,... S22) are provided and, in a first embodiment, the emitter unit(s) (SE) are located inside and/or as close as possible to the object (T) under observation and the receiver unit (s) (S11,... S22) are located preferably outside the space (P). In a second embodiment, the receiver unit(s) (SE) are located inside and/or as close as possible to the object (T) under observation and the emitter unit(s) (S11,... S22) are located preferably outside the space (P).

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

F - 29
PCT

WELTOORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

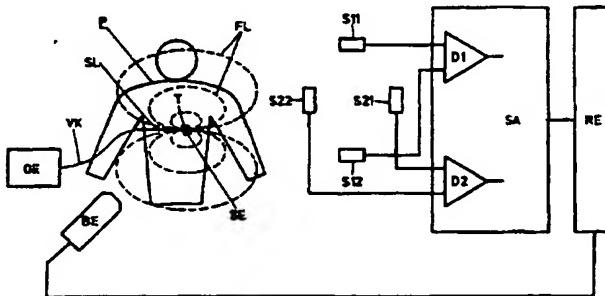
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICH NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



| | | |
|---|----|---|
| (51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G01V 15/00, 3/10 | A1 | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/36192 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 2. Oktober 1997 (02.10.97) |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH97/00132 | | (81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). |
| (22) Internationales Anmeldedatum: 27. März 1997 (27.03.97) | | |
| (30) Prioritätsdaten: 797/96 27. März 1996 (27.03.96) CH | | Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i> |
| (71) Anmelder (<i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i>): PAUL SCHERRER INSTITUT [CH/CH]; CH-5232 Villigen (CH). | | |
| (72) Erfinder; und | | |
| (75) Erfinder/Anmelder (<i>nur für US</i>): BOKSBERGER, Hans, Ulrich [CH/CH]; Spiracher Strasse 206, CH-5225 Oberbözberg (CH). GREUTER, Urs [CH/CH]; Mäderstrasse 17, CH-5400 Baden (CH). KIRSCH, Stefan [DE/CH]; Stumpenweg 4, CH-5203 Würenlingen (CH). SEILER, Paul, Gerhard [DE/CH]; Hauptstrasse 39, CH-5234 Villigen (CH). SCHILLING, Christian [DE/DE]; Sonnenbergstrasse 44, CH-5303 Würenlingen (DE). | | |
| (74) Anwalt: TROESCH SCHEIDECKER WERNER AG; Siewertstrasse 95, Postfach, CH-8050 Zürich (CH). | | |

(54) Title: DEVICE AND PROCESS FOR DETERMINING POSITION

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR POSITIONSBESTIMMUNG



(57) Abstract

The invention relates to a device for determining the position of objects (T) inside a space (P), in particular for locating a tumour inside a human body. At least one emitter unit (SE) and at least one receiver unit (S11, ..., S22) are provided and, in a first embodiment, the emitter unit(s) (SE) are located inside and/or as close as possible to the object (T) under observation and the receiver unit(s) (S11, ..., S22) are located preferably outside the space (P). In a second embodiment, the receiver unit(s) (SE) are located inside and/or as close as possible to the object (T) under observation and the emitter unit(s) (S11, ..., S22) are located preferably outside the space (P).

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Positionsbestimmung von Objekten (T) in einem Raum (P), insbesondere zur Bestimmung eines Tumors in einem menschlichen Körper, wobei mindestens eine Sendeeinheit (SE) und mindestens eine Empfangseinheit (S11, ..., S22) vorgesehen sind, wobei in einer ersten Ausführungsform die Sendeeinheit (SE) bzw. die Sendeeinheiten im und/oder möglichst nahe beim zu beobachtenden Objekt (T) und die Empfangseinheit bzw. die Empfangseinheiten (S11, ..., S22) vorzugsweise außerhalb des Raumes (P) angeordnet sind. In einer zweiten Ausführungsform der Erfindung sind die Empfangseinheiten (SE) im und/oder möglichst nahe beim zu beobachtenden Objekt (T) und die Sendeeinheit (S11, ..., S22) bzw. die Sendeeinheiten vorzugsweise außerhalb des Raumes (P) angeordnet.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | | | |
|----|------------------------------|----|-----------------------------------|----|---|----|--------------------------------|
| AL | Albanien | ES | Spanien | LS | Lesotho | SI | Slowenien |
| AM | Armenien | FI | Finnland | LT | Litauen | SK | Slowakei |
| AT | Österreich | FR | Frankreich | LU | Luxemburg | SN | Senegal |
| AU | Australien | GA | Gabun | LV | Lettland | SZ | Swasiland |
| AZ | Aserbaidschan | GB | Vereinigtes Königreich | MC | Monaco | TD | Tschad |
| BA | Bosnien-Herzegowina | GE | Georgien | MD | Republik Moldau | TG | Togo |
| BB | Barbados | GH | Ghana | MG | Madagaskar | TJ | Tadschikistan |
| BE | Belgien | GN | Guinea | MK | Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien | TM | Turkmenistan |
| BF | Burkina Faso | GR | Griechenland | ML | Mali | TR | Türkei |
| BG | Bulgarien | HU | Ungarn | MN | Mongolei | TT | Trinidad und Tobago |
| BJ | Benin | IE | Irland | MR | Mauretanien | UA | Ukraine |
| BR | Brasilien | IL | Israel | MW | Malawi | UG | Uganda |
| BY | Belarus | IS | Island | MX | Mexiko | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| CA | Kanada | IT | Italien | NE | Niger | UZ | Usbekistan |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan | NL | Niederlande | VN | Vietnam |
| CG | Kongo | KE | Kenia | NO | Norwegen | YU | Jugoslawien |
| CH | Schweiz | KG | Kirgisistan | NZ | Neuseeland | ZW | Zimbabwe |
| CI | Côte d'Ivoire | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | PL | Polen | | |
| CM | Kamerun | KR | Republik Korea | PT | Portugal | | |
| CN | China | KZ | Kasachstan | RO | Rumänien | | |
| CU | Kuba | LC | St. Lucia | RU | Russische Föderation | | |
| CZ | Tschechische Republik | LI | Liechtenstein | SD | Sudan | | |
| DE | Deutschland | LK | Sri Lanka | SE | Schweden | | |
| DK | Dänemark | LR | Liberia | SG | Singapur | | |
| EE | Estland | | | | | | |

Vorrichtung und Verfahren zur Positionsbestimmung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung nach
5 dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, eine Verwendung
derselben, ein Verfahren nach dem Oberbegriff des
Patentanspruchs 15 sowie eine Anwendung des Verfahrens.

Bei zahlreichen technischen und medizinischen Verfahren
10 sind Informationen über die Position eines Objektes von
grösster Bedeutung. Währenddem in der Medizin die Position
von einzelnen Gewebeteilen - beispielsweise eines Tumors,
der zur Zerstörung oder zur Wachstumsbegrenzung bestrahlt
werden soll - bestimmt werden muss, ist die
15 Positionserfassung zur Eingabe in ein Computersystem,
beispielsweise für "Cyber Space"- Anwendungen, von
allgemeiner Bedeutung. Eine solche Positionserfassungs-
bzw. Positioneingabeeinheit wird in diesen Anwendungen
auch etwa als dreidimensionale Maus bezeichnet. In diesem
20 Zusammenhang sei auf die Druckschriften US-4 737 794, US-4
945 305 und US-5 453 686 verwiesen.

Eine medizinischen Anwendungen besteht - wie erwähnt - in
der Behandlung von Tumoren im menschlichen Körper, wobei
25 der Tumor mittels Photonen- oder in Spezialfällen auch mit
Protonenstrahlen bestrahlt wird. Dabei ist das Ziel einer
derartigen Strahlenbehandlung, dass lediglich der den Tumor
bildende Gewebeteil bestrahlt wird. Das den Tumor umgebende
Gewebe soll dabei so gering wie nur möglich geschädigt
30 werden. Diese Forderung versucht man dadurch zu erreichen,
indem die Dosisverteilung der applizierten Strahlung
möglichst genau dem Tumorvolumen angepasst wird bzw. auf
den Ort des Tumors begrenzt ist.

- Verschiedene Methoden sind sowohl für die Photonen- als auch für die Protonenbestrahlung bekannt, wobei zum Teil erhebliche Qualitätsunterschiede zwischen den verschiedenen
- 5 Methoden bestehen. Bei all diesen bekannten Methoden wird - unter Vermeidung einer Schädigung von gesundem Gewebe - vorausgesetzt, dass eine einmal diagnostizierte Tumorposition über den Behandlungszeitraum konstant bleibt.
- 10 Bei der Behandlung von ortsfesten Tumoren wurden teilweise beachtliche Erfolge erzielt. So hat sich insbesondere die Behandlung von Augenhintergrundmelanomen mit Protonenstrahlen als äusserst erfolgreich erwiesen.
- 15 Demgegenüber sind Tumore im Brust- und Bauchbereich im allgemeinen nicht ortsfest. Ihre Position wird vielmehr durch natürliche Bewegungsabläufe, wie beispielsweise durch die Atmung, die Herzkontraktionen, die Peristaltik, usw., dauernd verändert.
- 20 Sollen ähnliche Behandlungserfolge wie bei ortsfesten Tumoren erreicht werden, so muss die Position des Tumors während der Bestrahlung genau bekannt sein.
- 25 In einem Aufsatz von K. Ohara et al. mit dem Titel "Irradiation Synchronized with Respiration Gate" (International Journal on Radiation Oncology Biology Physics, 1989, Vol. 17, Seiten 853 bis 857) wurde aus diesem Grund eine Echtzeitsimulation der Tumorposition
- 30 vorgeschlagen, wobei als Grundlage der Simulation die Verformung der Körperoberfläche, insbesondere die Verformung durch die Atembewegung, verwendet wurde. Die Methode weist jedoch Ungenauigkeiten auf, da es sich

einerseits nicht um eine direkte Messung der Tumorposition sondern lediglich um eine indirekte Messung handelt, und da anderseits die weiteren positionsbestimmenden Faktoren - wie Herzkontraktion und Darmbewegung - nicht berücksichtigt
5 werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung anzugeben, bei der die Position von Objekten jederzeit bestimmt werden kann.
10

Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Massnahmen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung, eine Verwendung derselben, ein Verfahren sowie eine Anwendung des
15 Verfahrens sind in weiteren Ansprüchen angegeben.

Mit Hilfe der erfindungsgemässen Vorrichtung kann die Position eines Objektes im Raum äusserst genau bestimmt werden. Darüber hinaus kann die Positionsbestimmung ohne
20 direkte Verbindung zum Objekt erfolgen.

Wird am Tumor oder an einem sich in der Nähe des Tumors befindenden Gewebeteils eine miniaturisierte, Signale ausstrahlende Sendeeinheit befestigt, so dann durch den
25 Empfang dieser Signale ausserhalb des Körpers mit Hilfe von Empfangseinheiten die Position des Tumors jederzeit genau berechnet werden. In analoger Weise kann die Positionbestimmung auch dadurch vorgenommen werden, dass die Empfangseinheit im bzw. beim Tumor und die Sendeeinheit
30 bzw. Sendeeinheiten ausserhalb des Körpers plaziert werden. Die letztgenannte Anordnung hat darüber hinaus den Vorteil, dass der Körper einer geringeren Sendeleistung und damit einer geringeren thermischen Belastung ausgesetzt wird als

bei der erst genannten Methode. Zudem gestaltet sich die Übertragung der beim Objekt, d.h. dem Tumor, gemessenen Signale nach aussen bei der letztgenannten Anordnung viel einfacher, da für diese Übertragung eine geringere

5 Übertragungsleistung zur Verfügung gestellt werden muss als bei der erst genannten Methode.

Bei der medizinischen Anwendung wird die in der Nähe des Objektes, d.h. des Tumor, positionierte Einheit, falls dies

10 notwendig ist, durch einen chirurgischen Eingriff in den Körper des Patienten implantiert. Bei der erst genannten Anordnung wird zum Aussenden von Signalen durch die Sendeeinheit Energie benötigt, die entweder über ein äusseres Feld an die Sendeeinheit oder über eine

15 Drahtverbindung zwischen einer Generatoreinheit und der Sendeeinheit übertragen. In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die Sendeeinheit einen eigenen Energiespeicher auf, der demzufolge mitimplantiert wird.

20 Bei der zweitgenannten Anordnung gelten die obigen Aussagen sinngemäss, d.h., dass die durch die Empfangseinheit bzw. Empfangseinheiten empfangenen Signale über Drahtverbindungen nach aussen übertragen werden. Allerdings wird - wie erwähnt - bei dieser Realisierungsform für die

25 Übertragung der Messsignale weniger Energie benötigt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen beispielsweise näher erläutert. Dabei zeigt

30 Fig. 1 ein vereinfachtes Funktionsblockschaltbild der erfindungsgemässen Vorrichtung,

Fig. 2 einen Aufbau einer als Empfangseinheit in der erfindungsgemässen Vorrichtung verwendeten Induktionsspule und

5 Fig. 3 eine weitere Ausführungsform der Induktionsspule gemäss Fig. 2.

Fig. 1 zeigt einen menschlichen Körper P eines mit der erfindungsgemässen Vorrichtung zu behandelnden Patienten.

10 Dabei besteht die erfindungsgemässen Vorrichtung aus einer Sendeeinheit SE, einer Generatoreinheit GE, einem Schlauch SL, Empfangseinheiten S11 bis S22, einer Signalaufbereitungseinheit SA, einer Recheneinheit RE und einer Bestrahlungseinheit BE.

15 Wie eingangs erwähnt ist die Kenntnis der genauen Position eines zu bestrahlenden Gewebeteils T, beispielsweise eines Tumors, unabdingbare Voraussetzung für eine maximale Schonung des an den Tumor angrenzenden gesunden Gewebes.

20 Für diese Positionsbestimmung wird erfindungsgemäss die miniaturisierte Sendeeinheit SE möglichst nahe, vorzugsweise unmittelbar beim Tumor positioniert, damit die Sendeeinheit SE möglichst alle Bewegungen, die der zu bestrahlende Gewebeteil T erfährt, ebenfalls mitmacht.

25 Eine Möglichkeit, die Sendeeinheit SE am gewünschten Ort im Körper zu positionieren, besteht in der Verwendung einer Punktationshohlnadel, mit deren Hilfe der Schlauch SL von der Körperoberfläche zum Gewebeteil T geführt wird. Durch
30 diesen Schlauch SL wird die Sendeeinheit SE in den Gewebeteil T bzw. in der Nähe des Gewebeteils T gebracht.

Befindet sich der zu bestrahlende Gewebeteil T an der Körperoberfläche oder in der Nähe eines natürlichen Körperhohlraumes, so ist die Sendeeinheit SE selbstverständlich an der Körperfläche zu fixieren bzw. die

- 5 Sendeeinheit ist, wenn möglich, durch eine natürliche Körperöffnung in den betreffenden Körperhohlraum einzuführen, ohne dass Gewebe durchdrungen werden muss, wie dies beispielsweise bei der Verwendung einer Punktationshohlnadel der Fall ist.

10

Falls die erfindungsgemäße Positionsbestimmung dazu verwendet wird, um eine Bestrahlung eines Gewebeteils T, beispielsweise eines Tumors, vornehmen zu können, so ist die Recheneinheit RE mit der Bestrahlungseinheit BE

- 15 wirkverbunden. Damit kann die Bestrahlungseinheit BE aufgrund der Positionsangaben der Recheneinheit RE präzise auf den Gewebeteil T einwirken, wobei zwei grundsätzliche Möglichkeiten des Bestrahlungsvorganges denkbar sind: Einerseits ist denkbar, dass ein Zielbereich, in dem die Strahlen ihre volle Wirkung entfalten, dem sich bewegenden und bestrahlenden Gewebeteil T nachgeführt wird oder, anderseits, dass die Bestrahlung lediglich dann vorgenommen wird, wenn sich der Gewebeteil T im fix vorgegebenen Zielbereich befindet.

25

- In der bereits erwähnten und in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform der Erfindung erfolgt die Energieversorgung der Sendeeinheit SE über ein durch den Schlauch SL geführtes Verbindungskabel VK, das an die Generatoreinheit GE auf der einen Seite und an die Sendeeinheit SE auf der anderen Seite angeschlossen ist.

Denkbar ist jedoch auch, dass die Sendeeinheit SE einen Energiespeicher, beispielsweise in Form einer Batterie, aufweist oder dass die Sendeeinheit SE von einem durch die Generatoreinheit GE erzeugten elektromagnetischen Feld 5 erregt wird. Diese beiden Ausführungsformen haben den Vorteil, dass keine Verbindungskabel VK zwischen der Generatoreinheit GE und der Sendeeinheit SE notwendig sind, womit ein von der Sendeeinheit SE ausgestrahltes Feld, das zur Positionsbestimmung verwendet wird, nicht gestört wird.

10 Zudem kann die Sendeeinheit SE zwischen einzelnen Behandlungen im Körper belassen werden. Nachteilig ist jedoch - insbesondere bei der Ausführungsform mit dem in der Sendeeinheit SE integrierten Energiespeicher - die daraus resultierende, grössere Sendeeinheit SE, was

15 insbesondere bei einer Implantation in den Körper störend sein kann.

Die Sendeeinheit SE wird dazu verwendet, ein elektromagnetisches Feld, in Fig. 1 dargestellt durch 20 einzelne Feldlinien FL, aufzubauen, das von den Empfangseinheiten S11 bis S22, die vorzugsweise ausserhalb des Körpers P angeordnet sind, empfangen werden kann. Zwar stellt ein menschlicher Körper P hinsichtlich der Ausbreitungseigenschaften von elektromagnetischen Wellen in 25 den verschiedenen Geweben ein sehr inhomogenes Medium dar, jedoch ist die Beeinflussung eines den Körper P durchdringenden Magnetfeldes vernachlässigbar. Aus diesem Grund besteht die bevorzugte Ausführungsform der im Körper P plazierten Sendeeinheit SE aus einer miniaturisierten 30 Spule, wobei ein von dieser Spule ausgehendes Magnetfeld einem magnetischen Dipol entspricht. Kennt man das magnetische Moment und die Lage eines Dipols im Raum, so ist die Stärke des Magnetfeldes in jedem Punkt im Raum

berechenbar, wobei die Werte für die Magnetfeldstärke durch die drei kartesischen Koordinaten x , y , z , den Polarwinkel ϕ und das Azimut θ des Dipols eindeutig bestimmt sind. Das magnetische Moment eines Dipols kann berechnet oder durch
5 geeignete Messungen bestimmt werden.

Die Position des Dipols im Raum, wie sie in der vorliegenden Anwendung benötigt wird, stellt das inverse Problem dar, nämlich ausgehend von den Messungen der
10 Feldstärken des vom Dipol ausgestrahlten Feldes wird die Position des Dipols ermittelt.

Eine vollständige Positionsbestimmung erfordert die Kenntnis des magnetischen Moments der Sendeeinheit SE bzw.
15 der in der Sendeeinheit SE enthaltenen Sendespule und die Messung von mindestens fünf linearen unabhängigen Ableitungen ihres Magnetfeldes.

Eine mögliche Methode zur Bestimmung der Position eines
20 magnetischen Dipols im Raum ist im Aufsatz von W. M Wynn et al. mit dem Titel "Advanced Superconducting Gradiometer/Magnetometer Arrays and a Novel Signal Processing Technique" (IEEE Transactions of Magnetics, Vol. MAG-11, No. 2, März 1975, Seiten 701 bis 707) beschrieben.
25 Allerdings wird bei dieser bekannten Methode zur Positionsbestimmung von einem Dipol ausgegangen, bei dem das magnetische Moment unbekannt ist. Aus diesem Grund muss zusätzlich zu den Feldableitungen noch eine Komponente des Magnetfeldes gemessen werden.

30 Bei der Anwendung dieser Methode auf die erfindungsgemäße Lehre kann das magnetische Moment jedoch in einer von den Messungen zur Positionsbestimmung unabhängigen Messung

erhalten werden, d.h. auf die Messung der Feldkomponente während der Positionsbestimmung kann verzichtet werden.

Zur Messung der Feldableitungen (Feldgradienten) sind die
5 Empfangseinheiten S11 bis S22 vorgesehen, wobei jeweils
zwei dieser Empfangseinheiten, nämlich S11 und S12 bzw. S21
und S22, zur Bestimmung einer Feldableitung verwendet
werden. Der Einfachheit halber sind in Fig. 1 lediglich die
10 vier Empfangseinheiten S11 bis S22 dargestellt. Tatsächlich
sind insgesamt zehn Empfangseinheiten notwendig, damit die
fünf Variablen x , y , z , ϕ und θ eindeutig bestimmt werden
können. Zur Überprüfung der gemessenen Werte ist jedoch
auch vorgesehen, mehr als zehn Empfangseinheiten
15 einzusetzen, womit redundante Informationen erhalten
werden, aufgrund deren die Genauigkeit der Messungen
eingeschätzt werden kann.

Als Empfangseinheit S11 bis S22 werden vorzugsweise
Induktionsspulen verwendet. Die Induktionsspulen
20 integrieren den magnetischen Fluss innerhalb ihres
Volumens. Aus diesem magnetischen Fluss lässt sich dann die
mittlere magnetische Feldstärke im Spulenvolumen bestimmen.
Für die Positionsbestimmung ist man jedoch an der
25 Feldstärke in einem Punkt im Raum interessiert.

Aus der Druckschrift mit dem Titel "Experimental Methods in
Magnetism" von E. P. Wohlfarth (Band 2, Kapitel 1, Seiten 2
bis 7) ist bekannt, dass, wenn die Spulendimensionen
geeignet gewählt werden, der Messwert, den die Spule
30 liefert, mit nur geringen Abweichungen dem Wert der
magnetischen Feldstärke, und zwar im Zentrum der Spule,
entspricht. Dies kann insbesondere dann erwartet werden,
wenn das Verhältnis von Länge zu Durchmesser der

- 10 -

verwendeten Induktionsspule nach folgender Formel berechnet wird:

$$\frac{\zeta}{\rho_2} = \frac{3}{\sqrt{20}} \cdot \sqrt{\frac{1-\gamma^5}{1-\gamma^3}}$$

5

wobei

$$\gamma = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

- 10 und ρ_1 , ρ_2 der innere bzw. der äussere Durchmesser der
Induktionsspule ist. Es wurde unlängst gezeigt, dass - wenn
 $\gamma < 0.3$ ist - ein Anteil vierter Ordnung kleiner als $2 \times$
 10^{-3} ist und somit einen kleineren Einfluss ausübt als die
magnetische Induktion B_z entlang der Symmetriearchse der
15 Induktionsspule.

- Wie bereits erwähnt wurde, werden jeweils zwei der
Empfangseinheiten S11 bis S22 zur Bestimmung der
Ableitungen (Gradienten) des Magnetfeldes zusammen
20 geschaltet. Dazu sind in der Signalaufbereitungseinheit SA
Verstärkungseinheiten D1 und D2 mit je zwei Eingängen
vorgesehen, wobei an jedem Eingang eine Empfangseinheit S11
bis S22 bzw. eine Induktionsspule angeschlossen wird. Es
wird erneut darauf hingewiesen, dass für eine
25 Positionsbestimmung im Raum eine entsprechend grössere
Anzahl an Verstärkungseinheiten vorhanden sein müssen, als
dies Fig. 1 entnommen werden kann, denn in Fig. 1 wurden
der Übersichtlichkeit halber lediglich zwei
Verstärkungseinheiten D1 und D2 bzw. lediglich vier
30 Empfangseinheiten S11 bis S22 dargestellt.

In den Verstärkungseinheiten D1 und D2 wird die Magnetfelddifferenz zwischen den beiden an den Eingängen anstehenden Signalwerten gebildet. Diese

- 5 Magnetfelddifferenz wird der Ableitung des Magnetfeldes näherungsweise gleichgesetzt.

Aufgrund der Miniaturisierung, insbesondere einer als Spule ausgebildeten Sendeeinheit SE, ist die erzeugte

- 10 Magnetfeldstärke sehr klein. Damit stellen andere Magnetfeldquellen, wie sie in nicht speziell abgeschirmten Räumen vorkommen können, ein Problem dar. Aus diesem Grund wird in der Signalaufbereitungseinheit SA eine schmalbandige Filterung und/oder eine phasenempfindliche
15 Verstärkung der in den Verstärkungseinheiten D1 und D2 erhaltenen Signalwerte vorgenommen. Damit kann ein grosser Teil der unerwünschten Signalanteile, inklusive Rauschen, eliminiert werden. Ferner tragen auch die zur Bestimmung der Ableitungen des Magnetfeldes (Gradienten) benötigten
20 Differenzbildungen in den Verstärkungseinheiten D1 und D2 zur Reduktion von Störeinflüssen bei.

Die Induktionsspulen müssen sehr homogen und reproduzierbar gewickelt werden, damit von der in der Spule induzierten

- 25 Spannung mit hoher Genauigkeit auf die Magnetfeldstärke geschlossen werden kann. Die Homogenität und Reproduzierbarkeit sind mit herkömmlichen Wicklungen aus Kupferrunddraht nur äusserst schwer zu erreichen. Aus diesem Grund werden nachstehend zwei weitere Möglichkeiten
30 zur Realisierung von Induktionsspulen vorgeschlagen, bei denen die vorstehend genannten Nachteile vermieden werden.

Zunächst sei die bereits eingangs erwähnte erfindungsgemäße Vorrichtung erläutert, die sich von der erst genannten dadurch unterscheidet, dass Sende- und Empfangseinheiten ausgetauscht sind. Somit ist bei dieser

5 Ausführungsvariante die Empfangseinheit bzw. die Empfangseinheiten im oder in der Nähe des Objektes T - d.h. des Tumors - und die Sendeeinheit bzw. die Sendeeinheiten ausserhalb des Raumes K - d.h. des Körpers - positioniert. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass die ausserhalb

10 des Körpers K liegenden Sendeeinheiten höher liegende Leistungsgrenzwerte aufweisen können als bei der erst genannten Variante. Dadurch wird bei der Empfangseinheit ein erheblich verbesserter Signal-Rausch-Abstand erreicht, womit die Anforderungen an die die Messsignale

15 verarbeitende Recheneinheit geringer sind und womit die Messresultate genauer werden. Darüber hinaus benötigt die beim Objekt plazierte Empfangseinheit viel geringere Energiemengen zur Übertragung der Messsignale nach aussen, womit in den meisten Fällen eine Batterie-gestützte oder

20 auf einem Transponderprinzip beruhende Empfangseinheit dazu ausreichend ist.

Um die Genauigkeit der Messsignale weiter zu verbessern, sind mehrere Kalibrationsspulen mit bekannten Positionen

25 vorgesehen, aufgrund derer Störgrössen erfasst werden, die bei der Positionsbestimmung in korrigierender Weise verwendet werden.

Bei dieser zweiten Ausführungsvariante ist bei der

30 Positionsbestimmung sowohl ein Zeit- als auch ein Frequenzmultiplexverfahren anwendbar: Beim Zeitmultiplexverfahren sendet jeweils nur eine Sendeeinheit - falls ein Differenzfeld gesendet wird, die zwei

entsprechenden Sendeeinheiten S11 und S12 bzw. S21 und S22
- in einem definierten Zeitabschnitt. Beim
Frequenzmultiplexverfahren hingegen senden alle
Sendeeinheiten gleichzeitig, allerdings mit definierten,
5 sich von anderen unterscheidenden Frequenzen.

In der vorstehend genannten zweiten Ausführungsform der
Erfindung wird von der in Fig. 1 dargestellten
Konfiguration ausgegangen, wobei Sende- und Empfangsort
10 ausgetauscht wurden. Denkbar ist jedoch auch eine
Ausführungsvariante, bei der in der Empfangseinheit SE
beispielsweise zwei Spulen vorgesehen sind, mit denen
entweder Absolutwerte oder Feldableitungen gemessen werden.
Entsprechendes gilt auch für die Sendeeinheiten S11 bis
15 S22, die je als Spule oder als Spulenpaar ausgebildet sein
können.

Für die Bestimmung der genauen Position sei auf den Aufsatz
von S. Kirsch et. al. mit dem Titel "Real Time Tracking of
20 Tumor Positions for Precision Irradiation" (Proceedings of
the Second Symposium on Hadrontherapy, September 9-13,
1996) hingewiesen.

Im folgenden wird auf zwei weitere Möglichkeiten zur
25 Realisierung von Induktionspulen eingegangen, die es
ermöglichen, die in die Spulen induzierten Spannungen mit
hoher Genauigkeit zu bestimmen:

Eine erste Ausführungsform der Induktionsspule wird in Fig.
30 2 dargestellt, wobei bei dieser anstelle eines Drahtes eine
Folie F, die mit parallelen Kupferstreifen KS beschichtet
ist, verwendet wird. Die Folienbreite entspricht der
gewünschten Wicklungslänge und somit der Länge eines zu

bewickelnden Spulenkörpers SK. Die Folie F wird, wie in Fig. 2A dargestellt, direkt auf den Spulenkörper SK gewickelt, wobei die gesamte Drahtlage einer herkömmlichen Induktionsspule einer Folienlage entspricht. Aus Fig. 2 B 5 ist ersichtlich, wie die parallelen Kupferstreifen KS über eine elektrische Verbindungsleitung EL miteinander verbunden sind. Dabei ist das jeweils am Wicklungsanfang WA liegende Ende eines Kupferstreifens KS mit einem am Wicklungsende WE liegenden Ende eines Kupferstreifens KS zu 10 verbinden, was allerdings eine relativ komplizierte Verbindungstechnik erfordert.

Aus diesem Grund wurde für den Fall, bei dem lediglich das Differenzsignal von zwei Induktionsspulen benötigt wird, 15 die eben erläuterte Induktionsspule dahingehend verbessert, dass die Anwendung der obengenannten Verbindungstechnik vermieden werden kann. Wie erwähnt, ist bei der vorliegenden Anwendung (Gradiometer), nämlich das Messen von Feldableitungen (Feldgradienten), nur das 20 Differenzsignal von zwei Induktionsspulen von Interesse. Aufgrund dieser Einschränkung kann die Wicklung somit dahingehend vereinfacht werden, indem beide Induktionsspulen aus derselben Folie F angefertigt werden. Dies wird anhand Fig. 2C dargestellt, aus der ersichtlich 25 ist, dass die Folie F am Wicklungsanfang WA zweimal rechtwinklig gefaltet ist. Ferner werden beide Induktionsspulen parallel auf denselben Spulenkörper gewickelt. Dadurch wird erreicht, dass derselbe Kupferstreifen einmal von aussen nach innen und für die 30 zweite Induktionsspule von innen nach aussen geführt wird. Damit wird ein in der ersten Induktionsspule induziertes Signal mit umgekehrter Polarität auch in die zweite Induktionsspule induziert, womit sich gleiche Signale

gegenseitig kompensieren. Daraus folgt, dass an den Anschlussstellen AS1 und AS2 bei der in Fig. 2C dargestellten Ausführungsform lediglich das Differenzsignal ansteht. Die anhand Fig. 1 erläuterten und als

- 5 Differenzverstärker ausgebildeten Verstärkungseinheiten D1 und D2 sind diesfalls nicht mehr notwendig.

Als wesentlicher Vorteil der anhand Fig. 2C erläuterten Induktionsspulen gegenüber den anhand Fig. 2A erläuterten
10 Induktionsspulen ist, dass keine zusätzlichen elektrischen Verbindungsleitungen zwischen dem Wicklungsanfang WA und dem Wicklungsende WE notwendig sind, denn nunmehr befinden sich alle nötigen Verbindungen am Wicklungsende WE (Fig. 2C).

15

Eine weitere, erfindungsgemäße Ausführungsform der Induktionsspulen ist in Fig. 3 bzw. in Fig. 3A und 3B dargestellt, wobei bei dieser Ausführungsform die Induktionsspulen aus Folienscheiben FS aufgebaut sind, auf
20 die vorzugsweise mittels einem photolithographischen Verfahren entweder eine links- oder eine rechtsdrehende Kupferspirale KSPL bzw. KSPR aufgetragen sind (Fig. 3A). Je eine dieser linksdrehenden Kupferspiralen KSPL ist mit einer rechtsdrehenden Kupferspirale KSPR jeweils im inneren Spiralenanfang über eine elektrische Verbindungsleitung EL verbunden. Dadurch wird erreicht, dass sich der Drehsinn des Kupferstreifens vom äusseren Anfang der linksdrehenden Spirale zum äusseren Ende der rechtsdrehenden Spirale nicht ändert. Dies bedeutet, dass sich die induzierten
25 Signale addieren. Die Induktionsspule wird nun aus einem Stapel solcher links- und rechtsdrehender Spiralenpaare entsprechend der in Fig. 3B dargestellten Anordnung

aufgebaut, wobei die Spiralenpaare nur aussen elektrisch verbunden werden müssen.

- Die anhand Fig. 2 und 3 erläuterten Induktionsspulen können
5 in jedweden Anwendungen verwendet werden, in denen
Magnetfeldkomponenten oder deren Ableitungen bestimmt
werden müssen. Insbesondere wenn eine hohe Genauigkeit der
zu messenden Größen und eine hohe Sensitivität der
Messeinheit verlangt wird, eignen sich die angegebenen
10 Induktionsspulen besonders als Gradiometer. Darüber hinaus
drängen sich die derart ausgebildeten Induktionsspulen
geradezu zur Bestimmung von kleinen Magnetfeldkomponenten
bzw. deren Ableitungen auf, denn kleine Werte können mit
diesen Induktionsspulen äußerst genau gemessen werden.
15 Ferner gewährleistet auch eine einfache Herstellung
derartiger Induktionsspulen eine überaus gute
Reproduzierbarkeit der gemessenen Größen mit verschiedenen
Induktionsspulen.
20 Da die als Empfangseinheit S11 bis S22 verwendeten
Induktionsspulen nur auf zeitlich sich ändernde Felder
reagieren, wird die als Sendeeinheit SE ausgebildete
Sendespule mit einem zeitlich variablen Stromsignal von
bekannter Form und Grösse angeregt.
25 Als Empfangseinheit S11 bis S22 können aber auch andere
Sensoren als Induktionsspulen verwendet werden. Denkbar ist
insbesondere die Verwendung von SQUID ("Sensors", W. Göpel
et al. Verlag VC Hauer, Weinheim, 1989).
30 Die Positionsbestimmung einer Sendeeinheit SE durch Messung
des von ihr erzeugten modulierten Feldes mit Hilfe von
Gradiometern ist nicht beschränkt auf die

Positionsbestimmung von zu bestrahlenden Tumoren. Vielmehr lässt sich die erfindungsgemäße Vorrichtung überall dort erfolgreich einsetzen, wo eine berührungsreie Positionsbestimmung benötigt wird.

5

Bei der erläuterten Ausführungsvariante mit einer Sendeeinheit beim Objekt, dessen Position bestimmt werden soll, ist in einer Weiterentwicklung denkbar, dass weitere Sendeeinheiten beim jeweiligen Objekt oder anderen Orten 10 plaziert werden. Damit können mit den Empfangseinheiten mehrere Positionen bestimmt werden. Es muss allerdings darauf geachtet werden, dass die Sendeeinheiten entweder in verschiedenen Zeitabschnitten (Zeitmultiplexverfahren) oder mit verschiedenen Frequenzen (Frequenzmultiplexverfahren) 15 senden.

In ähnlicher Weise ist auch die Ausführungsvariante, bei der eine Empfangseinheit im bzw. in der Nähe des Objektes vorgesehen ist, derart weiter entwickelbar, dass weitere 20 Empfangseinheiten im bzw. in der Nähe des Objektes oder an anderen Stellen vorgesehen sind. Vorteilhaft bei dieser Ausführungsform ist dabei, dass die Positionen der verschiedenen Empfangseinheiten simultan bestimmt werden können, da weder ein Zeitmultiplex- noch ein 25 Frequenzmultiplexverfahren notwendig ist.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung wurde anhand einer medizinischen Anwendung ausführlich erläutert. Dadurch wird die Universalität der Erfindung jedoch in keiner Weise 30 eingeschränkt. So eignet sich die erfindungsgemäße Vorrichtung insbesondere als sogenannte dreidimensionale Maus in "Cyber Space"- Anwendungen oder dergleichen.

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Bestimmung der Position eines Objektes
5 (T) in einem Raum (P), insbesondere zur Bestimmung eines Tumors in einem menschlichen Körper, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Sendeeinheit (SE) und mindestens eine Empfangseinheit (S11, ... S22) vorgesehen sind, wobei die Sendeeinheit (SE) bzw. die Sendeeinheiten
10 im und/oder möglichst nahe beim zu beobachtenden Objekt (T) und die Empfangseinheit bzw. die Empfangseinheiten (S11, ..., S22) vorzugsweise ausserhalb des Raumes (P) positioniert sind.
- 15 2. Vorrichtung zur Bestimmung der Position eines Objektes (T) in einem Raum (P), insbesondere zur Bestimmung eines Tumors in einem menschlichen Körper, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Sendeeinheit (S11, ..., S22) und mindestens eine Empfangseinheit (SE)
20 vorgesehen sind, wobei die Empfangseinheit bzw. die Empfangseinheiten (SE) im und/oder möglichst nahe beim zu beobachtenden Objekt (T) und die Sendeeinheit (S11, ..., S22) bzw. die Sendeeinheiten vorzugsweise ausserhalb des Raumes (P) positioniert sind.
- 25 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Sendeeinheit (SE; S11, ..., S22) und/oder die Empfangseinheit (S11, ..., S22; SE) einen Energiespeicher aufweisen.
- 30 4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ausserhalb des Raumes (P) eine Generatoreinheit (GE) vorgesehen ist, wobei die

Generatoreinheit (GE) mit der im Raum (P) positionierten Sendeeinheit bzw. Empfangseinheit (SE) wirkverbunden ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Kalibrierspule
mit bekannter Position zum Kalibrieren des Messresultate
vorgesehen sind.
10. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangseinheiten (SE;
S11, ..., S22) als Induktionsspulen ausgebildet sind, dass
die Wicklungen der Induktionsspulen als auf einer Folie (F)
aufgetragene parallele Streifen (KS), die elektrisch
leidend sind, ausgebildet sind und dass die Enden der
15. parallelen Streifen (KS) mittels elektrischen
Verbindungsleitungen (EL) zu Wicklungen verbunden sind.
20. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,
dass die Folie (F) zweimal zur Bildung von zwei miteinander
verbundenen, identischen Induktionsspulen gefaltet ist.
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch
gekennzeichnet, dass die Empfangseinheiten (SE; S11, ...,
S22) als Induktionsspulen ausgebildet sind, dass die
Induktionsspulen aus mehreren Folienscheiben (FS) bestehen
und dass auf die Folienscheiben (FS) elektrisch leitende
Spiralen (KSPL, KSPR) aufgetragen sind.
30. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,
dass jeweils eine rechts- und eine linksdrehende Spirale
(KSPL, KSPR) zu einem Spiralenpaar am inneren Spiralenende
miteinander elektrisch verbunden sind und dass die
Spiralenpaare am äusseren Spiralenende miteinander

verbunden sind.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangseinheiten (SE; S11, ..., S22) als Magnetfeldsensoren ausgebildet sind, die insbesondere vom Typ SQUID sind.
11. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Signalaufbereitungseinheit (SA) und eine Recheneinheit (RE) vorgesehen sind, dass die mit den Empfangseinheiten (SE; S11, ..., S22) gemessenen Signale der Signalaufbereitungseinheit (SA) und die in der Signalaufbereitungseinheit (SA) aufbereiteten Signale der Recheneinheit (RE) zur Bestimmung der Position beaufschlagt sind.
12. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zur Positionsbestimmung eines Tumors (T) in einem menschlichen Körper (P).
13. Verwendung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass aufgrund der bestimmten Position des Tumors (T) dieser gezielt bestrahlt wird, wobei ein Zielbereich, in dem die Strahlen ihre Wirkung entfalten, dem sich bewegenden Tumor (T) nachgeführt wird oder die Bestrahlung nur dann vorgenommen wird, wenn sich der zu bestrahlende Tumor (T) in einen vorgegebenen fixen Zielbereich hinein bewegt.
14. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11 für dreidimensionale Positionseingabeeinheiten.
15. Verfahren zur Bestimmung der Position eines Objektes

(T) in einem Raum (P), insbesondere zur Bestimmung eines Tumors in einem menschlichen Körper, wobei das Verfahren darin besteht,

- 5 - dass mindestens eine Sendeeinheit (SE) im Objekt (T) oder möglichst nahe beim Objekt (T) positioniert wird,
 - dass die Sendeeinheit (SE) ein elektromagnetisches Feld, vorzugsweise ein magnetisches Feld, erzeugt,
 - 10 - dass aufgrund von Messungen des elektromagnetischen Feldes die Position der Sendeeinheit (SE) bestimmt wird und
 - 15 - dass aufgrund der Position der Sendeeinheit (SE) die Position und/oder die Lage des Objektes (T) bestimmt wird.
16. Verfahren zur Bestimmung der Position eines Objektes
- 20 (T) in einem Raum (P), insbesondere zur Bestimmung eines Tumors in einem menschlichen Körper, wobei das Verfahren darin besteht,
 - dass mindestens eine Empfangseinheit (SE) im Objekt (T) oder möglichst nahe beim Objekt (T) positioniert wird,
 - 25 - dass mindestens eine ausserhalb des Raumes (P) liegende Sendeeinheit (S11, ..., S22) ein elektromagnetisches Feld, vorzugsweise ein magnetisches Feld, erzeugt,
 - 30 - dass aufgrund von Messungen des elektromagnetischen

Feldes in der Empfangseinheit (SE) die Position der Empfangseinheit (SE) bestimmt wird und

- 5 - dass aufgrund der Position der Empfangseinheit (SE) die Position und/oder die Lage des Objektes (T) bestimmt wird.

10 17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Sendeeinheit (SE; S11, ..., S22) ein Differenzfeld erzeugt.

15 18. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 15 bis 17 zur Bestimmung der Position eines in einem menschlichen Körper (P) vorhandenen Tumors (T), der bestrahlt wird, wobei ein Zielbereich, in dem die Strahlen ihre Wirkung entfalten, dem sich bewegenden Tumor (T) nachgeführt wird oder die Bestrahlung nur dann vorgenommen wird, wenn sich der zu bestrahlende Tumor (T) in einen vorgegebenen fixen Zielbereich hinein bewegt.

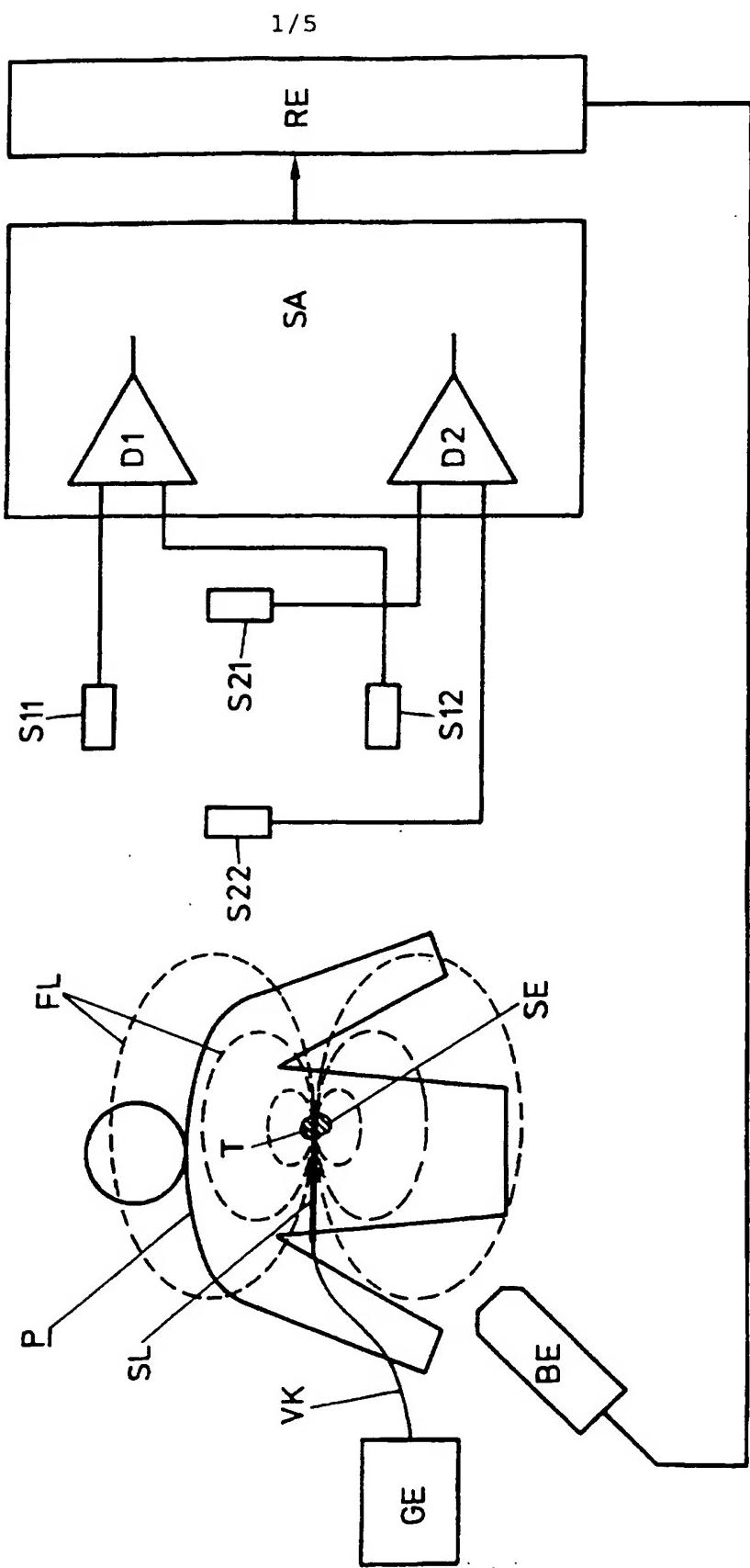


FIG.1

2 / 5

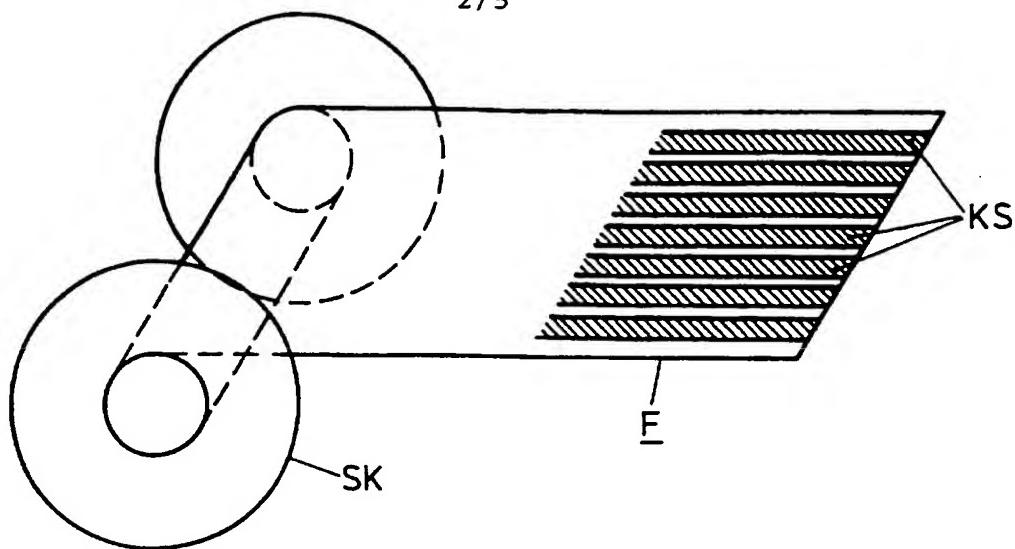


FIG. 2A

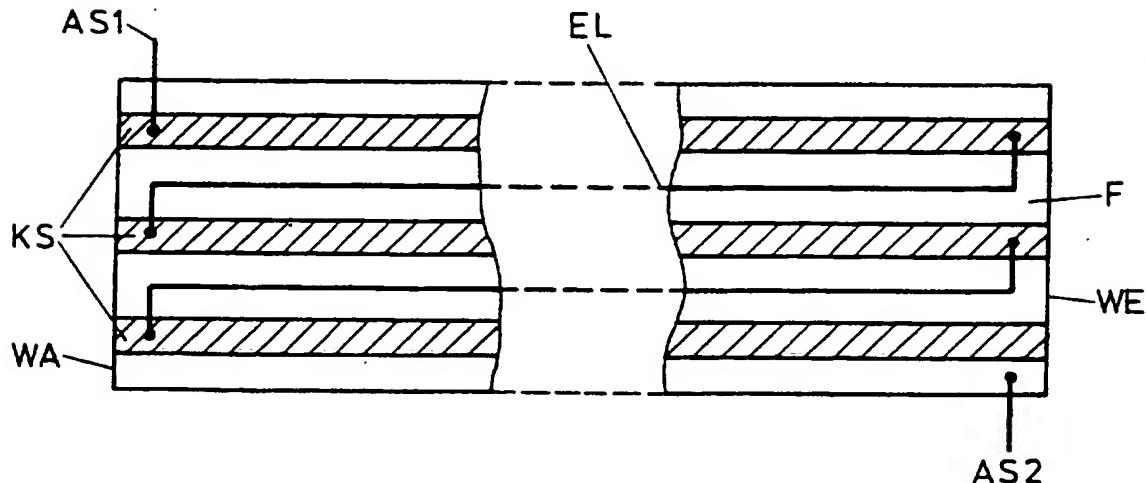


FIG. 2B

3 / 5

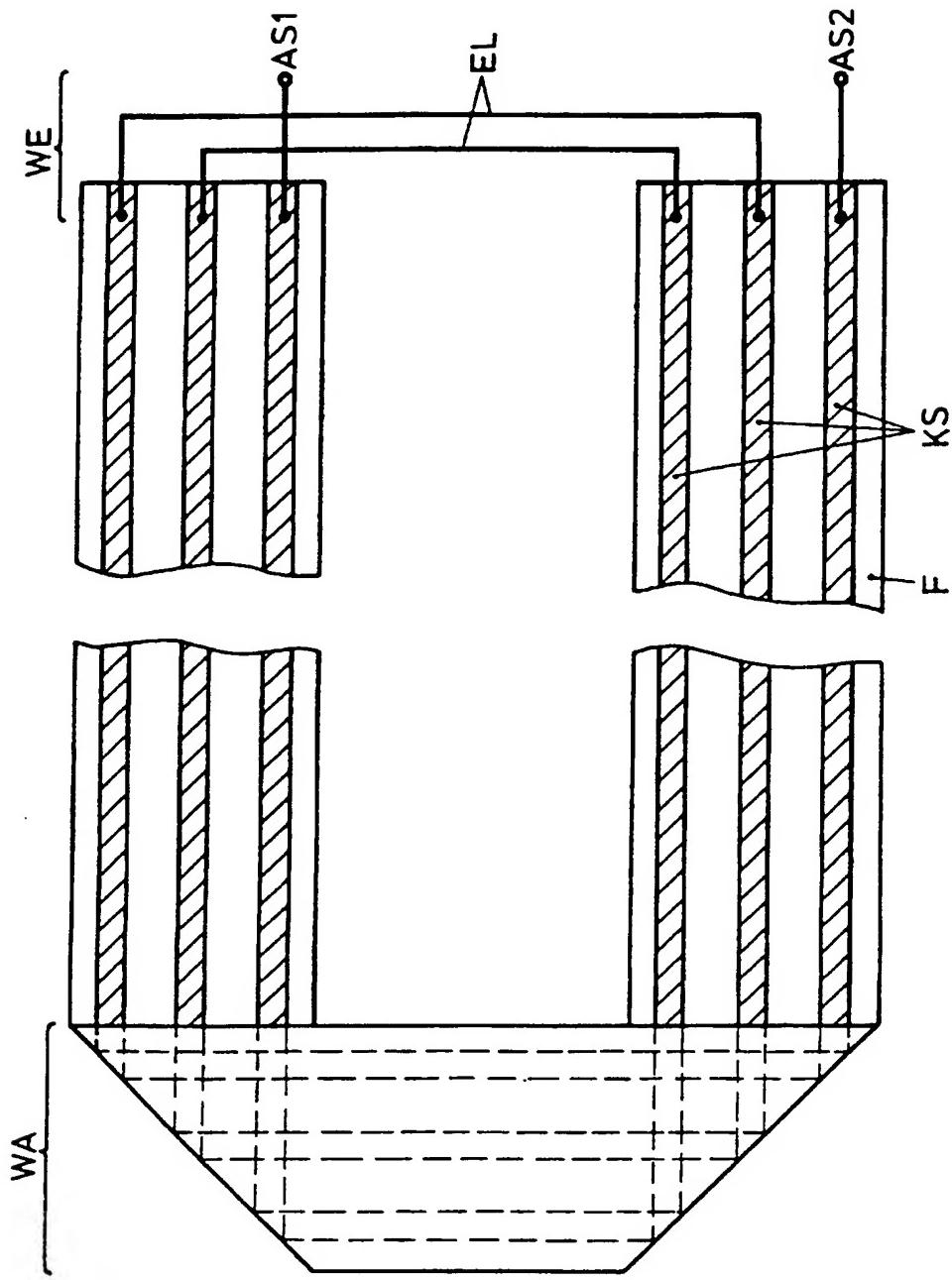


FIG. 2C

4 / 5

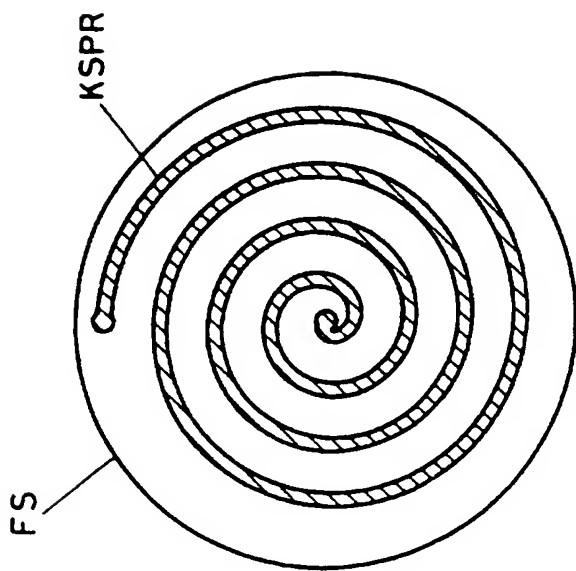
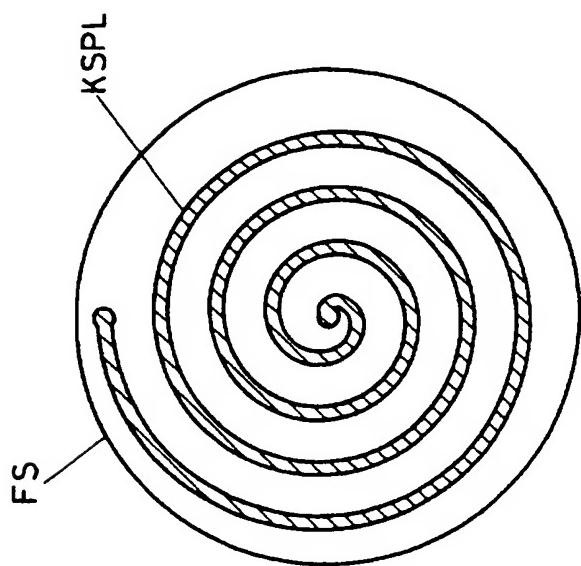


FIG. 3A



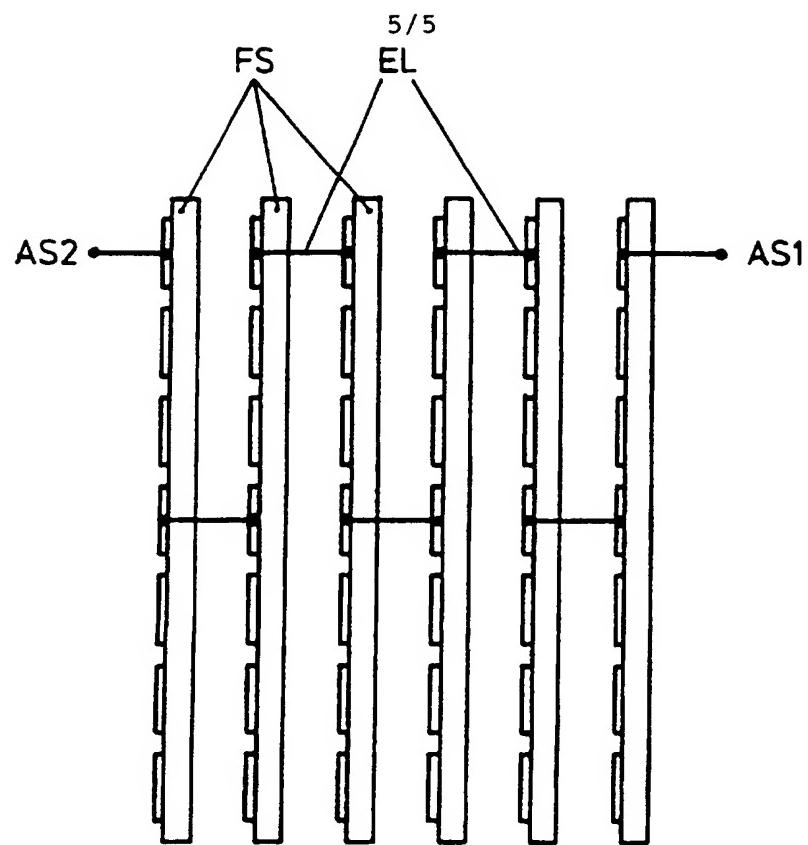


Fig. 3B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

| |
|---|
| International Application No PCT/CH 97/00132 |
|---|

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G01V15/00 G01V3/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G01V A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| X | US 4 317 078 A (WEED HERMAN R ET AL) 23 February 1982 see column 1, line 42 - line 52 see column 1, line 67 - column 2, line 51 --- | 1,2,4, 11-16,18 |
| X | WO 94 04938 A (BRITISH TELECOMM ;BLADEN JOHN STUART (GB); ANDERSON ALAN PATRICK ()) 3 March 1994 see page 3, line 17 - page 5, line 11 --- | 1,2,4, 11,14-16 |
| X | EP 0 425 319 A (BECTON DICKINSON CO) 2 May 1991 see column 2, line 19 - line 50 --- | 2,4,14, 16 |
| A | EP 0 091 577 A (KUNKE STEFAN) 19 October 1983 see abstract --- | 1,2,4, 11,14-16 |
| | | -/- |

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- 'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- 'E' earlier document but published on or after the international filing date
- 'L' document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- 'O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- 'P' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

1

Date of the actual completion of the international search

17 July 1997

Date of mailing of the international search report

23.07.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Swartjes, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/CH 97/00132

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|----------|--|-----------------------|
| A | EP 0 364 045 A (TEXAS INSTRUMENTS INC ; TEXAS INSTRUMENTS HOLLAND (NL)) 18 April 1990 see figure 1 ----- | 1,3 |

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH 97/00132

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|--|--|
| US 4317078 A | 23-02-82 | NONE | |
| ----- | | | |
| WO 9404938 A | 03-03-94 | AU 4726693 A CA 2142338 A EP 0655138 A JP 8500441 T AU 675077 B | 15-03-94 03-03-94 31-05-95 16-01-96 23-01-97 |
| ----- | | | |
| EP 0425319 A | 02-05-91 | US 5005592 A AT 147607 T CA 2027871 A,C DE 69029704 D JP 3207344 A JP 5026490 B | 09-04-91 15-02-97 28-04-91 27-02-97 10-09-91 16-04-93 |
| ----- | | | |
| EP 0091577 A | 19-10-83 | DE 3211003 A DE 3374225 A | 13-10-83 03-12-87 |
| ----- | | | |
| EP 0364045 A | 18-04-90 | NL 8802481 A AT 126007 T AU 626326 B AU 4274189 A CA 1335553 A DE 68923754 D DE 68923754 T ES 2076202 T JP 2156835 A US 4992794 A | 01-05-90 15-08-95 30-07-92 12-04-90 16-05-95 14-09-95 14-12-95 01-11-95 15-06-90 12-02-91 |
| ----- | | | |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/CH 97/00132

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G01V15/00 G01V3/10

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprässtoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 G01V A61B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprässtoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|----------------------|
| X | US 4 317 078 A (WEED HERMAN R ET AL) 23. Februar 1982 siehe Spalte 1, Zeile 42 - Zeile 52 siehe Spalte 1, Zeile 67 - Spalte 2, Zeile 51 --- | 1,2,4, 11-16,18 |
| X | WO 94 04938 A (BRITISH TELECOMM ;BLADEN JOHN STUART (GB); ANDERSON ALAN PATRICK ()) 3. März 1994 siehe Seite 3, Zeile 17 - Seite 5, Zeile 11 --- | 1,2,4, 11,14-16 |
| X | EP 0 425 319 A (BECTON DICKINSON CO) 2.Mai 1991 siehe Spalte 2, Zeile 19 - Zeile 50 --- | 2,4,14, 16 -/- |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

1

| | |
|--|---|
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
| 17.Juli 1997 | 23.07.97 |
| Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016 | Bevollmächtigter Bediensteter Swartjes, H |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/CH 97/00132

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | EP 0 091 577 A (KUNKE STEFAN) 19.Okttober 1983 siehe Zusammenfassung --- | 1,2,4, 11,14-16 |
| A | EP 0 364 045 A (TEXAS INSTRUMENTS INC ;TEXAS INSTRUMENTS HOLLAND (NL)) 18.April 1990 siehe Abbildung 1 ----- | 1,3 |

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 97/00132

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|--|--|
| US 4317078 A | 23-02-82 | KEINE | |
| WO 9404938 A | 03-03-94 | AU 4726693 A CA 2142338 A EP 0655138 A JP 8500441 T AU 675077 B | 15-03-94 03-03-94 31-05-95 16-01-96 23-01-97 |
| EP 0425319 A | 02-05-91 | US 5005592 A AT 147607 T CA 2027871 A,C DE 69029704 D JP 3207344 A JP 5026490 B | 09-04-91 15-02-97 28-04-91 27-02-97 10-09-91 16-04-93 |
| EP 0091577 A | 19-10-83 | DE 3211003 A DE 3374225 A | 13-10-83 03-12-87 |
| EP 0364045 A | 18-04-90 | NL 8802481 A AT 126007 T AU 626326 B AU 4274189 A CA 1335553 A DE 68923754 D DE 68923754 T ES 2076202 T JP 2156835 A US 4992794 A | 01-05-90 15-08-95 30-07-92 12-04-90 16-05-95 14-09-95 14-12-95 01-11-95 15-06-90 12-02-91 |